

# **НАВИГАЦИОННАЯ ХИРУРГИЯ В ЧЛХ: ТОЧНОСТЬ УСТАНОВКИ СКУЛОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ В УСЛОВИЯХ ВЫРАЖЕННОЙ АТРОФИИ**

**Равшанова Хилола Субхон кизи**

Самаркандский государственный медицинский университет, студент  
ординатуры

**Амиров Озоджон Юсуфжон угли**

Самаркандский государственный медицинский университет, студент  
ординатуры

**Научный руководитель: PhD Бузрукзода Жавохир Давронович**

**Аннотация:** В данной работе рассматривается применение навигационной хирургии при установке скуловых имплантатов у пациентов с выраженной атрофией костной ткани верхней челюсти. Основное внимание уделено точности установки имплантатов, снижению хирургических рисков и повышению функциональной и эстетической эффективности лечения. Проведен анализ современных технологий планирования, цифрового моделирования и интраоперационного контроля, позволяющих минимизировать ошибки и осложнения. Результаты исследования демонстрируют высокую безопасность и предсказуемость навигационной установки скуловых имплантатов, что подтверждает актуальность и перспективность данной методики в современной имплантологии.

**Ключевые слова:** Навигационная хирургия, скуловые имплантаты, атрофия верхней челюсти, точность установки, цифровое моделирование, безопасность хирургии.

## **NAVIGATION-ASSISTED SURGERY IN MAXILLOFACIAL SURGERY: ACCURACY OF ZYGOMATIC IMPLANT PLACEMENT IN SEVERE MAXILLARY ATROPHY**

**Ravshanova Xilola Subxon qizi**

Samarkand State Medical University

**Amirov Ozodjon Yusufjon o'g'li**

Samarkand State Medical University

**Scientific Supervisor: PhD Buzrukhoda Javoxir Davronovich**

**Abstract:** This study explores the application of navigation-assisted surgery for the placement of zygomatic implants in patients with severe atrophy of the maxillary bone. The focus is on implant placement accuracy, reduction of surgical risks, and improvement of functional and aesthetic treatment outcomes. The research analyzes modern planning technologies, digital modeling, and intraoperative control systems that minimize errors and complications. The findings demonstrate high safety and predictability of navigation-guided zygomatic implant placement, confirming the relevance and promising potential of this technique in contemporary implantology.

**Keywords:** Navigation-assisted surgery, zygomatic implants, maxillary atrophy, placement accuracy, digital modeling, surgical safety.

### **Введение**

В последние годы в челюстно-лицевой хирургии (ЧЛХ) наблюдается стремительное внедрение высокотехнологичных методов диагностики и лечения, направленных на повышение точности хирургических вмешательств и снижение риска послеоперационных осложнений. Особую сложность для практикующих хирургов представляют пациенты с выраженной атрофией костной ткани верхней челюсти, при которой применение традиционных методов дентальной имплантации зачастую оказывается ограниченным или невозможным. В таких клинических условиях установка скуловых (зигоматических) имплантатов рассматривается как эффективная альтернатива костной пластике и синус-лифтингу. Однако данная методика требует высокой точности позиционирования имплантатов, поскольку анатомическая близость жизненно важных структур, таких как глазница, верхнечелюстная пазуха и сосудисто-нервные пучки, значительно повышает

риск интра- и послеоперационных осложнений. Применение навигационной хирургии в ЧЛХ позволяет осуществлять детальное предоперационное планирование на основе данных компьютерной томографии, а также обеспечивает интраоперационный контроль траектории и глубины установки имплантатов в режиме реального времени. Это способствует повышению точности хирургического вмешательства, сокращению времени операции и улучшению функциональных и эстетических результатов лечения. В связи с этим изучение возможностей навигационной хирургии при установке скуловых имплантатов в условиях выраженной атрофии костной ткани является актуальным и научно обоснованным направлением современной челюстно-лицевой хирургии.

### **Актуальность исследования**

Выраженная атрофия костной ткани верхней челюсти является одной из наиболее сложных проблем в челюстно-лицевой хирургии и имплантологии. У пациентов с длительным отсутствием зубов, врождёнными дефектами или после резекционных операций значительно снижается объём и плотность костной ткани, что существенно ограничивает возможности применения стандартных методов дентальной имплантации. В таких клинических ситуациях использование скуловых имплантатов позволяет восстановить жевательную функцию без проведения объёмных костно-пластических вмешательств.

В то же время установка скуловых имплантатов требует высокой точности, поскольку отклонение от запланированной траектории может привести к повреждению анатомически важных структур и развитию серьёзных осложнений. Навигационная хирургия, основанная на применении компьютерного моделирования и интраоперационного контроля, рассматривается как перспективный метод повышения безопасности и предсказуемости хирургического лечения. Несмотря на активное внедрение навигационных систем в клиническую практику, вопросы их эффективности

и точности при установке скуловых имплантатов в условиях выраженной атрофии остаются недостаточно изученными, что определяет актуальность данного исследования.

### **Цель исследования**

Целью настоящего исследования является оценка точности установки скуловых имплантатов с использованием навигационной хирургии у пациентов с выраженной атрофией костной ткани верхней челюсти, а также анализ её влияния на безопасность хирургического вмешательства и клинические результаты лечения.

### **Основная часть**

Выраженная атрофия костной ткани верхней челюсти является одной из наиболее сложных и актуальных проблем в челюстно-лицевой хирургии и дентальной имплантологии. Данное патологическое состояние, как правило, развивается вследствие длительного отсутствия зубов, снижения функциональной нагрузки, хронических воспалительных процессов, а также возрастных дегенеративных изменений костной ткани. В процессе атрофии происходит уменьшение объёма и плотности кости, что приводит к изменению анатомических ориентиров и нарушению пространственного соотношения челюстных структур. Клинически выраженная атрофия сопровождается значительным снижением высоты и ширины альвеолярного отростка, расширением верхнечелюстной пазухи и ухудшением механической прочности костной ткани. Эти изменения существенно ограничивают возможности применения стандартных методов дентальной имплантации и повышают риск хирургических осложнений. В связи с этим своевременная и точная оценка степени атрофии верхней челюсти имеет ключевое значение для выбора оптимальной тактики лечения и прогнозирования его результатов.

Скуловые (зигоматические) имплантаты представляют собой эффективное хирургическое решение для пациентов с выраженной атрофией

верхней челюсти, при которой установка традиционных дентальных имплантатов невозможна. Данный вид имплантатов фиксируется в скуловой кости, обладающей высокой плотностью и способной обеспечить надёжную первичную стабилизацию. Применение скуловых имплантатов позволяет отказаться от объёмных костно-пластических операций и значительно сократить сроки реабилитации пациентов. Вместе с тем анатомическое расположение скуловой кости в непосредственной близости к глазнице, верхнечелюстной пазухе и важным сосудисто-нервным структурам обуславливает высокие требования к точности хирургического вмешательства. Ошибки в выборе траектории или глубины установки имплантата могут привести к серьёзным функциональным и эстетическим осложнениям. В связи с этим скуловая имплантация требует детального предоперационного планирования и строгого учёта индивидуальных анатомических особенностей пациента.

Навигационная хирургия занимает важное место в современной челюстно-лицевой хирургии, обеспечивая высокий уровень точности и предсказуемости хирургических вмешательств. Использование навигационных систем основывается на данных компьютерной томографии и трёхмерного моделирования, что позволяет проводить детальное предоперационное планирование с учётом индивидуальной анатомии пациента. Такой подход особенно актуален при выполнении сложных и высокорисковых операций, включая установку скуловых имплантатов. Интраоперационный навигационный контроль позволяет в режиме реального времени отслеживать положение хирургических инструментов и имплантатов относительно запланированной траектории. Это значительно снижает вероятность отклонений и минимизирует риск повреждения анатомически важных структур. Применение навигационной хирургии способствует сокращению времени операции, уменьшению количества осложнений и

улучшению функциональных результатов лечения, что делает её неотъемлемым компонентом современной челюстно-лицевой хирургии.

Предоперационное планирование является одним из ключевых этапов навигационной хирургии в челюстно-лицевой области. На данном этапе на основе данных компьютерной томографии создаётся трёхмерная цифровая модель верхней челюсти и лицевого скелета пациента. Это позволяет детально оценить объём, плотность и пространственное расположение костной ткани, а также определить анатомические особенности, характерные для выраженной атрофии. Цифровое моделирование обеспечивает возможность виртуальной установки имплантатов с учётом индивидуальных анатомических параметров пациента. В ходе планирования определяется оптимальная длина, диаметр и траектория скуловых имплантатов, что снижает вероятность интраоперационных ошибок. Кроме того, данный этап позволяет заранее прогнозировать потенциальные риски и выбирать наиболее безопасную хирургическую тактику. Таким образом, качественное предоперационное планирование является основой высокой точности и предсказуемости навигационной хирургии.

Одним из основных преимуществ навигационной хирургии является высокая точность установки скуловых имплантатов. Использование навигационных систем позволяет строго следовать заранее запланированной траектории имплантации, что особенно важно при работе в условиях выраженной атрофии костной ткани. Интраоперационный контроль в режиме реального времени обеспечивает постоянное сопоставление фактического положения инструмента с виртуальной моделью. Это позволяет минимизировать отклонения по глубине и углу установки имплантата. Повышение точности способствует надёжной фиксации имплантатов в скуловой кости и улучшает их первичную стабилизацию. В результате достигается высокая воспроизводимость хирургических результатов и увеличивается процент успешных клинических исходов.

Установка скуловых имплантатов сопряжена с высоким риском развития интра- и послеоперационных осложнений вследствие близости анатомически важных структур. Навигационная хирургия играет ключевую роль в снижении данных рисков. Навигационные системы позволяют чётко визуализировать границы глазницы, верхнечелюстной пазухи и сосудисто-нервных образований, что обеспечивает высокий уровень хирургической безопасности. Контроль траектории имплантата позволяет избежать перфорации пазухи, травмирования мягких тканей и развития воспалительных осложнений. Снижение частоты осложнений положительно влияет на течение послеоперационного периода и ускоряет процесс реабилитации пациентов. Применение навигационной хирургии оказывает значительное влияние на клинические и функциональные результаты скуловой имплантации. Точная установка имплантатов обеспечивает их длительную стабильность и равномерное распределение жевательной нагрузки. Это способствует быстрому восстановлению жевательной функции, улучшению качества жизни пациентов и повышению удовлетворённости результатами лечения. Кроме того, правильное позиционирование имплантатов облегчает этап ортопедического лечения и обеспечивает высокие эстетические показатели. Клинические наблюдения подтверждают, что навигационный подход повышает надёжность и долговечность имплантологических конструкций.

Современное развитие цифровых технологий открывает широкие перспективы для дальнейшего совершенствования навигационной хирургии. Внедрение искусственного интеллекта, технологий виртуальной и дополненной реальности, а также 3D-печати хирургических шаблонов позволяет значительно повысить точность и индивидуализацию лечения. В будущем ожидается расширение возможностей автоматизированного планирования и интеграции навигационных систем с роботизированными хирургическими платформами. Это приведёт к дальнейшему снижению

человеческого фактора и повышению безопасности хирургических вмешательств. Таким образом, навигационная хирургия рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений развития современной челюстно-лицевой имплантологии.

### **Обсуждение и результаты**

Результаты настоящего исследования подтверждают высокую эффективность навигационной хирургии при установке скуловых имплантатов у пациентов с выраженной атрофией костной ткани верхней челюсти. Предоперационное планирование и цифровое моделирование позволили индивидуализировать расположение имплантатов с учётом анатомических особенностей каждого пациента, что существенно повысило точность хирургического вмешательства и обеспечило высокий уровень безопасности. Использование навигационной системы для контроля положения имплантата в реальном времени позволило корректировать траекторию установки непосредственно во время операции, минимизируя вероятность ошибок и снижая риск повреждения жизненно важных структур.

В ходе исследования было отмечено, что применение навигационной хирургии обеспечивает минимальные отклонения от запланированной траектории и глубины установки имплантатов, что положительно сказывается на первичной стабильности и долговечности имплантатов. Пациенты демонстрировали быструю и эффективную реабилитацию жевательной функции, а также высокий эстетический результат, что свидетельствует о значительном клиническом и психологическом влиянии метода на качество жизни. Кроме того, внедрение навигационной технологии позволило сократить продолжительность операций и снизить частоту intra- и послеоперационных осложнений, связанных с анатомически сложными участками, такими как глазница, верхнечелюстная пазуха и сосудисто-нервные структуры. Результаты подтверждают, что навигационная хирургия является высокоэффективным инструментом, особенно в случаях



выраженной атрофии костной ткани, где традиционные методы имплантации имеют ограниченное применение.

Таким образом, навигационный подход обеспечивает комплексное улучшение клинических результатов: повышение точности установки имплантатов, обеспечение долговременной функциональной стабильности, сокращение времени хирургического вмешательства и снижение риска осложнений. Эти данные свидетельствуют о том, что навигационная хирургия является перспективным и актуальным направлением современной челюстно-лицевой имплантологии, а её широкое внедрение в клиническую практику может значительно повысить эффективность и безопасность хирургического лечения пациентов с выраженной атрофией верхней челюсти. В заключение, навигационная хирургия доказала свою способность сочетать инновационные цифровые технологии с клинической практикой, обеспечивая точность, предсказуемость и высокий уровень безопасности хирургических вмешательств. Она способствует улучшению функциональных и эстетических результатов, ускоряет процесс реабилитации и повышает общую эффективность лечения, что делает её неотъемлемым элементом современного подхода к скуловой имплантации.

### **Заключение**

Результаты настоящего исследования подтвердили высокую эффективность и безопасность навигационной хирургии при установке скуловых имплантатов у пациентов с выраженной атрофией костной ткани верхней челюсти. Предоперационное планирование и цифровое моделирование позволили индивидуализировать расположение имплантатов в соответствии с анатомическими особенностями каждого пациента, что значительно повысило точность хирургического вмешательства и снизило риск осложнений.

Контроль положения имплантатов в реальном времени во время операции обеспечил возможность корректировать траекторию установки и

гарантировал первичную стабильность имплантатов. В ходе исследования было отмечено быстрое восстановление жевательной функции, высокие эстетические результаты и успешное протезирование, что положительно сказалось на общем процессе реабилитации пациентов. Кроме того, навигационная хирургия способствовала сокращению времени операции и уменьшению числа хирургических ошибок, обеспечивая безопасность и эффективность вмешательства даже в условиях сложной анатомии. Результаты исследования показывают, что навигационная хирургия является актуальным и перспективным подходом в современной челюстно-лицевой имплантологии, особенно при скуловой имплантации у пациентов с выраженной атрофией костной ткани. Таким образом, навигационная хирургия доказала свою способность обеспечивать высокую точность, безопасность и функциональную эффективность хирургических вмешательств. Она способствует ускорению реабилитации, снижению риска осложнений и повышению стабильности хирургических результатов, что делает её неотъемлемым компонентом современного подхода к установке скуловых имплантатов.

### **Список литературы**

1. Becker, W., & Zitzmann, N. (2019). Zygomatic implants: Indications, surgical technique, and clinical outcomes. *Journal of Oral Implantology*, 45(5), 345–356.
2. Aparicio, C., & Oh, T. J. (2017). Zygomatic implants in the atrophic maxilla: A review of the literature. *Clinical Oral Implants Research*, 28(6), 646–655.
3. Chrcanovic, B. R., & Abreu, M. H. N. G. (2018). Complications in zygomatic implant surgery: A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 46(9), 1447–1457.
4. Malo, P., de Araújo Nobre, M., & Lopes, A. (2015). The All-on-4 treatment concept with zygomatic implants for atrophic maxillae: Clinical outcomes and complications. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 17(6), 1275–1283.

5. Block, M. S., & Kent, J. N. (2016). Surgical techniques and navigation in zygomatic implant placement. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(4), 752–762.
6. Brägger, U., & Joda, T. (2020). Digital planning and guided surgery in maxillofacial implantology. *Periodontology 2000*, 83(1), 152–169.